



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

Offenlegungsschrift
DE 195 48 517 A 1

51 Int. Cl.⁸:
B 60 T 13/04
B 60 T 1/08
F 16 D 59/02

21 Aktenzeichen: 195 48 517.3
22 Anmeldetag: 22. 12. 95
43 Offenlegungstag: 26. 8. 97

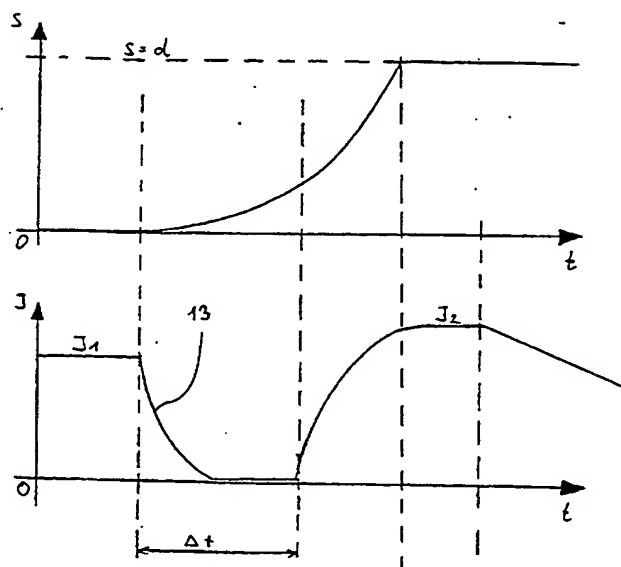
DE 195 48 517 A 1

71 Anmelder:
Linde AG, 65189 Wiesbaden, DE

72 Erfinder:
Strenzke, Hilmar, Dr.-Ing., 63743 Aschaffenburg, DE;
Fleckenstein, Franz, Dipl.-Ing., 63814 Mainaschaff,
DE

54 Verfahren zum Bremsen eines Fahrzeugs und Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens

57 Bei einem Verfahren zum Bremsen eines Fahrzeugs mit einer mittels eines Elektromagnets betätigbaren Speicherbremse wird erfindungsgemäß eine von der Dicke eines zwischen dem Elektromagnet (8) und einem Bremskörper (1) vorhandenen Luftspalts abhängige Größe ermittelt. Während des Einleitens einer Bremsung wird ein den Elektromagnet (8) durchfließender Strom in Abhängigkeit von dieser Größe beeinflusst. Dabei wird der den Elektromagnet (8) durchfließende Strom zunächst, ausgehend von einem Ausgangsstromwert (I_1), verringert und nach Verstreichen einer Verzögerungszeit (Δt) wieder auf einen Zielstromwert (I_2) erhöht. Die Verzögerungszeit (Δt) und der Zielstromwert (I_2) werden in Abhängigkeit von der luftspaltabhängigen Größe ermittelt.



DE 195 48 517 A 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Bremsen eines Fahrzeugs mit einer mittels eines Elektromagnets betätigbaren Speicherbremse. Die Erfindung betrifft 5 aber auch eine Vorrichtung zum Durchführen eines Verfahrens zum Bremsen eines Fahrzeugs.

Speicherbremsen werden in Fahrzeugen verschiedenster Bauart, beispielsweise in Flurförderzeugen, eingesetzt. Ein bewegbarer Bremsbelag wird dabei mit einer 10 von einem Kraftspeicher, beispielsweise einer Feder oder einem Dauermagnet, ausgeübten Kraft gegen einen Bremsbelag gedrückt. Der Bremsbelag kann mit einer mittels des Elektromagnets erzeugten zweiten Kraft, entgegen der Kraft des Kraftspeichers, von dem 15 Bremskörper gelöst werden.

Elektromagnetisch betätigbare Speicherbremsen werden in der Regel als Feststellbremsen verwendet, wo bei für die Speicherbremse lediglich zwei Betriebsstellungen, für gelöste Bremse und für eingefallene Bremse, 20 vorgesehen sind. Derartige als Feststellbremsen ausgeführte Speicherbremsen werden meist als Notfallbremsen oder als Parkbremsen eingesetzt. Dabei wird beim Bremsen stets die maximale Andrückkraft des Bremsbelags auf den Bremskörper, und damit eine maximale 25 Bremskraft erzeugt. Ein dosiertes Betätigen der Speicherbremse ist nicht möglich.

Um eine Speicherbremse als Betriebsbremse eines Fahrzeugs einsetzen zu können, muß ein dosiertes Aufbringen der Bremskraft ermöglicht werden. Insbesondere 30 ein ruckartiges Einsetzen der Bremswirkung ist dabei nicht erwünscht.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Bremsen eines Fahrzeugs und eine dafür geeignete Vorrichtung zum dosierten 35 und ruckfreien Bremsen zur Verfügung zu stellen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß eine von der Dicke eines zwischen dem Elektromagnet und einem Bremskörper vorhandenen Luftspalts abhängige Größe ermittelt wird, und daß während des 40 Einleitens einer Bremsung ein den Elektromagnet durchfließender Strom in Abhängigkeit von dieser Größe beeinflußt wird.

Als Luftspalt wird bei gelöstem Zustand der Bremse der Abstand zwischen dem Bremskörper und einem Bremsbelag bezeichnet. Bei eingefallener Bremse befindet sich ein Luftspalt mit der selben Dicke zwischen dem Elektromagnet und einem metallischen Belagträger, auf dem der Bremsbelag üblicherweise befestigt ist. Die Dicke des Luftspalts verändert sich infolge Verschleißes des Bremsbelags fortlaufend während der Lebensdauer einer Bremse. Die auf den Bremsbelag über den Belagträger einwirkende magnetische Kraft des Elektromagnets ist in starkem Maße von dem Abstand des Belagträgers zum Elektromagnet abhängig. Um die 45 magnetische Kraft und damit die Bremskraft der Bremse kontrollieren zu können, wird erfindungsgemäß der den Elektromagnet durchfließende Strom in Abhängigkeit von dem Abstand des Belagträgers zum Elektromagnet variiert. Dabei wird zunächst die einer fortlaufenden Veränderung unterworfenen Dicke des Luftspalts oder eine andere, von der Dicke des Luftspalts abhängige Größe gemessen. Der den Elektromagnet durchfließende Strom, und damit die magnetische Kraft auf den Belagträger, wird daraufhin entsprechend der gemessenen 50 Größe beeinflußt. Die Andrückkraft des Bremsbelags auf den Bremskörper und die daraus entstehende Bremskraft wird somit gezielt beeinflußt.

Eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung besteht darin, daß beim Einleiten einer Bremsung der den Elektromagnet durchfließende Strom zunächst, ausgehend von einem Ausgangsstromwert, verringert wird und nach Verstreichen einer Verzögerungszeit auf einen Zielstromwert erhöht wird. Es wird dabei von einem Ausgangszustand mit gelöster Bremse ausgegangen, bei dem der Elektromagnet von einem Strom von der Größe des Ausgangsstromwerts durchflossen wird. Zum 10 Einleiten einer Bremsung wird die Stromstärke zunächst verringert. Damit verkleinert sich die auf den Belagträger ausgeübte magnetische Kraft, so daß sich der Belagträger mit dem Bremsbelag infolge der Kraft des Kraftspeichers in Richtung des Bremskörpers bewegt. Nach Ablauf der Verzögerungszeit wird vor der ersten Berührung des Bremsbelags mit dem Bremskörper der Strom wieder auf den Zielstromwert erhöht. Damit wird die Andrückkraft des Bremsbelags auf den Bremskörper und somit die Bremskraft auf ein Maß 15 reduziert, das ein ruckfreies Bremsen ermöglicht.

Vorteilhafterweise wird die Verzögerungszeit in Abhängigkeit von der luftspaltabhängigen Größe ermittelt. Die Verzögerungszeit entspricht in etwa der Zeit, die benötigt wird, um den Bremsbelag, ausgehend von seiner Stellung bei gelöster Bremse, mit dem Bremskörper in Berührung zu bringen. Da die benötigte Zeit abhängig von der Dicke des Luftspalts ist, wird die Verzögerungszeit ebenfalls in Abhängigkeit von der luftspaltabhängigen Größe ermittelt.

Zweckmäßig ist es ebenfalls, wenn der Zielstromwert in Abhängigkeit von der luftspaltabhängigen Größe ermittelt wird. Die auf den Belagträger wirkende Magnetkraft hängt von dem Abstand des Belagträgers zum Elektromagnet und somit von der Dicke des Luftspalts ab. Die Andrückkraft des Bremsbelags auf den Bremskörper kann somit über den Zielstromwert auf den gewünschten Wert eingestellt werden.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung werden die Verzögerungszeit und/oder der Zielstromwert so ermittelt, daß zum Zeitpunkt der ersten Berührung die Andrückkraft eines Bremsbelags auf den Bremskörper einen definierten Wert annimmt. Entscheidend ist dabei, daß der definierte Wert für die Andrückkraft unabhängig von der Dicke des Luftspalts und somit unabhängig vom Verschleißzustand der Bremse ermittelt wird.

Eine weitere zweckmäßige Weiterbildung der Erfindung besteht darin, daß die Verzögerungszeit und/oder der Zielstromwert so ermittelt werden, daß zum Zeitpunkt der ersten Berührung die Andrückkraft des Bremsbelags auf den Bremskörper zumindest annähernd gleich null ist. In diesem Fall stellt zum Zeitpunkt der ersten Berührung des Bremsbelags mit dem Bremskörper lediglich die infolge des Abbremsens des Bremsbelags entstehende Trägheitskraft die Reaktionskraft zwischen Bremsbelag und Bremskörper dar. Ein sanftes und ruckfreies einsetzen der Bremswirkung ist gewährleistet.

Mit besonderem Vorteil wird die von der Dicke des Luftspalts abhängige Größe ermittelt, indem ein von der Luftspaltdicke abhängiges elektrisches Signal des Elektromagnets gemessen und weiterverarbeitet wird. Dadurch, daß der Luftspalt der Bremse in dem Magnetfeld einer Spule des Elektromagnets angeordnet ist, beeinflußt die Luftspaltdicke die Induktivität der Spule. Die Induktivität kann über ein elektrisches Signal am Elektromagnet abgegriffen werden. Durch eine geeignete Weiterverarbeitung kann aus diesem Signal die Luft-

spaltdicke ermittelt werden. Vorteilhaft an diesem Meßverfahren ist besonders, daß keine zusätzlichen Bauteile oder Sensoren zum Messen des Luftspalts benötigt werden.

In einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung wird die von der Dicke des Luftspalts abhängige Größe ermittelt, indem mindestens eine Spule des Elektromagnets mit einer sich periodisch ändernden Spannung beaufschlagt wird und als Größe für die Luftspaltdicke die Amplitude eines sich periodisch ändernden Anteils des die Spule durchfließenden Stroms ermittelt wird. Die Amplitude des in der Spule fließenden Stroms hängt direkt von der Luftspaltdicke ab, da sich mit der Dicke des Luftspalts zwangsläufig die Induktivität der Spule und damit der Wechselstromwiderstand der Spule verändert. Die Amplitude des in der Spule fließenden Stroms ist bei konstanter Spannungsamplitude wiederum direkt vom Wechselstromwiderstand abhängig. Demzufolge kann die Amplitude des sich periodisch ändernden Anteils des die Spule durchfließenden Stroms als Größe für die Luftspaltdicke gemessen werden. Die sich periodisch ändernde Spannung kann dabei zum Beispiel die Form einer getakteten Gleichspannung oder einer sinusförmigen Wechselspannung aufweisen.

Besonders zweckmäßig ist die Anwendung eines erfindungsgemäßen Verfahrens auf das Bremsen eines Fahrzeugs, dessen Speicherbremse als elektromagnetisch lösbare Federspeicherbremse ausgeführt ist.

Zweckmäßig ist es ebenfalls, wenn das erfindungsgemäße Verfahren auf das Bremsen eines Fahrzeugs, dessen Speicherbremse als Scheibenbremse oder Lamellenbremse ausgeführt ist, angewendet wird.

Für eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens zum Bremsen eines Fahrzeugs wird die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe dadurch gelöst, daß ein Signalgeber zur Ermittlung einer von der Dicke eines zwischen dem Elektromagnet und einem Bremskörper vorhandenen Luftspalts abhängigen Größe vorgesehen ist, der in Wirkverbindung mit einer den Elektromagnet beaufschlagenden Steuereinheit steht.

Vorteilhafterweise weist dabei die Steuereinheit eine Recheneinheit und/oder eine Speichereinheit auf. In der Speichereinheit sind die Werte der derzeitigen Luftspaltdicke sowie verschiedene empirische Datenreihen abgelegt. In der Recheneinheit wird aus diesen Daten der zeitliche Verlauf des Stroms während der Einleitung einer Bremsung ermittelt.

Zweckmäßigerweise wird in der Steuereinheit ein von der Luftspaltdicke abhängiger, den Elektromagnet durchfließender Strom erzeugt. Somit ist zum Ansteuern der Bremse mit der Steuereinheit kein zusätzliches Bauteil erforderlich.

Weitere Vorteile und Ausgestaltungen der Erfindung werden anhand des in den schematischen Figuren dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Dabei zeigt

Fig. 1 eine Federspeicher-Scheibenbremse in gelöstem Zustand,

Fig. 2 eine Federspeicher-Scheibenbremse in betätigtem Zustand,

Fig. 3 den Verlauf der Kraft auf den Belagträger über dessen Abstand zum Elektromagnet und

Fig. 4a, 4b, 4c den Vorgang der Einleitung einer Bremsung in Zeitdiagrammen.

In Fig. 1 ist eine als Federspeicherbremse ausgeführte Scheibenbremse in gelöstem Zustand zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens dargestellt. Ein als Bremsscheibe ausgeführte Bremskörper 1 ist dabei um

eine Achse 2 frei drehbar. Ein Bremsbelag 3 ist auf einem Belagträger 4 befestigt. Der Belagträger 4 ist über Führungsstifte 5 drehfest mit einem einen Elektromagnet 8 beinhaltenden Bremsengehäuse 6 verbunden. Das Bremsengehäuse 6 ist beispielsweise an einem nicht dargestellten Fahrwerk eines Fahrzeugs befestigt. Zwischen dem Belagträger 4 und dem Bremsengehäuse 6 sind Druckfedern 7 angeordnet, die auf den Belagträger 4 eine Kraft in Richtung des Bremskörpers 1 ausüben. Im gelösten Zustand der Bremse wird eine Spule des innerhalb des Bremsengehäuses 6 angeordneten Elektromagnets 8 von Strom durchflossen. Es wird damit eine auf den Belagträger 4 wirkende magnetische Kraft erzeugt, die den Belagträger 4 entgegen der Kraft der Druckfedern am Bremsengehäuse 6 festlegt. Ein somit zwischen dem Bremsbelag 3 und dem Bremskörper 1 entstehender Luftspalt ermöglicht die freie Drehbarkeit des Bremskörpers 1. Die Dicke d des Luftspalts ist abhängig vom Verschleißzustand des Bremsbelags 3 und vergrößert sich mit dessen fortschreitender Abnutzung. Ein Abstand s des Belagträgers 4 zum Bremsengehäuse 6 ist in dieser Stellung der Bremse gleich null. Der Raum zwischen dem Elektromagnet 8 und der bremsbelagseitigen Oberfläche des Bremsengehäuses 6 ist mit einer Vergußmasse 14 ausgefüllt.

In Fig. 2 ist die Bremse gemäß Fig. 1 in eingefallenem Zustand dargestellt. Der Elektromagnet 8 wird dabei nicht von Strom durchflossen. Die Kraft der Druckfedern 7 drückt den Belagträger 4 mit den Bremsbelägen 3 an den Bremskörper 1. Dadurch wird eine Drehbewegung des Bremskörpers 1 abgebremst. Der nun zwischen dem Belagträger 4 und dem Bremsengehäuse 6 vorhandene Luftspalt weist ebenfalls die Dicke d auf. Der Abstand s entspricht in dieser Stellung der Bremse dem Abstand d .

Der Elektromagnet 8 steht in Wirkverbindung mit einer elektronischen Steuereinheit 15, die den Stromfluß durch die Spule des Elektromagnets 8 steuert. In der Steuereinheit befindet sich eine Speichereinheit 17, in der die derzeitige Luftspaltdicke d gespeichert ist. Mit einer Recheneinheit 16 wird aus dieser Luftspaltdicke d und einer gespeicherten empirischen Datenreihe der Stromverlauf für die Einleitung einer Bremsung berechnet.

In Fig. 3 ist der Verlauf der Kräfte F auf den Belagträger 4 in Abhängigkeit vom Abstand s des Belagträgers 4 zum Bremsengehäuse 6 dargestellt. Die linear mit dem Abstand s kleiner werdende Kraft der Druckfedern 7 ist durch die Kurve 10 dargestellt. Die auf den Belagträger 4 einwirkende, der Kraft der Druckfedern entgegengerichtete magnetische Kraft ist für zwei verschiedene Stromstärken 1 durch die Kurven 11 und 12 dargestellt. Dabei ist zu erkennen, daß die magnetische Kraft mit dem Abstand s des Belagträgers 4 zum Elektromagnet hyperbolisch abnimmt. Die magnetische Kraft kann bei gleichbleibendem Abstand s durch Erhöhung der die Spule durchfließenden Stromstärke 1 vergrößert werden. Demzufolge liegt der Kurve 12 eine größere Stromstärke 1 zugrunde, als der Kurve 11.

Erfindungsgemäß wird angestrebt, einen Zielstromwert 12 so zu wählen, daß zum Zeitpunkt der ersten Berührung die Andrückkraft des Bremsbelags 3 auf den Bremskörper 1 gleich null ist. Es muß dazu zu diesem Zeitpunkt der Betrag der Kraft der Druckfeder 7 gleich dem Betrag der magnetischen Kraft sein. Dieser Betrag für die Kräfte wird vorgegeben durch die nicht beeinflußbare Kurve 10 für die Druckfeder 7 und die Dicke d des Luftspalts, welcher zu diesem Zeitpunkt des Brems-

vorgangs dem Abstand s entspricht. Aus der Fig. 3 wird deutlich, daß z. B. bei einer Luftspaltdicke von $d = 1$ mm ein Zielstromwert I_2 entsprechend der Kurve 11 gewählt werden muß und bei einer Luftspaltdicke $d = 4$ mm ein Zielstromwert 12 entsprechend der Kurve 12 gewählt werden muß. Analog kann für jeden Abstands ein bestimmter Zielstromwert I_2 bestimmt werden.

In Fig. 4a ist der Verlauf des Abstands des Bremsbelags 3 zum Bremskörper 1 während des Einleitens eines Bremsvorgangs über der Zeit dargestellt. Fig. 4b zeigt den dazugehörigen Verlauf des die Spule des Elektromagnets durchfließenden Stroms I . Im Ausgangszustand ($t = 0$) ist die Bremse gelöst, der Elektromagnet wird von einem Strom der Stärke des Ausgangsstromwerts I_1 durchflossen.

Zum Zeitpunkt t_1 wird ein nicht dargestellter Bremsgeber betätigt. Gemäß Fig. 4 wird der Bremsvorgang daraufhin unverzüglich eingeleitet. Dazu wird zunächst der den Elektromagnet durchfließende Strom I auf Null abgesenkt. Aufgrund der Selbstinduktion der Spule des Elektromagnets sinkt der Strom I dabei entlang einer Exponentialfunktion ähnlichen Kurve 13 ab. Wie aus Fig. 4a zu ersehen ist, bewegt sich gleichzeitig dazu der Bremsbelag 3 in Richtung des Bremskörpers 1.

Anschließend an eine Verzögerungszeit Δt wird zum Zeitpunkt t_2 die Stromstärke wieder auf einen Zielstromwert I_2 erhöht. Die Werte für die Verzögerungszeit Δt und den Zielstromwert I_2 werden dabei als Funktion der Luftspaltdicke d ermittelt. Der Zielstromwert I_2 kann dabei mit Hilfe von Diagrammen analog Fig. 3 bestimmt werden. Die Werte für die Verzögerungszeit Δt müssen dagegen vor Inbetriebnahme einer Bremse empirisch bestimmt werden. Dabei werden in einer Datenreihe verschiedenen Werten der Luftspaltdicke d die entsprechenden Werte für die Verzögerungszeit Δt zugeordnet.

Zum Zeitpunkt t_3 findet die erste Berührung des Bremsbelags 3 mit dem Bremskörper 1 statt. Da bei der Stromstärke I_2 die Kraft der Druckfedern 7 durch die magnetische Kraft genau kompensiert wird, ist zu diesem Zeitpunkt die Andrückkraft ΔF des Bremsbelags 3 auf den Bremskörper 1 gleich null. In Fig. 4c ist die Andrückkraft ΔF als Differenz zwischen der Kraft der Druckfedern 7 und der magnetischen Kraft des Elektromagnets dargestellt. Erst ab dem Zeitpunkt t_4 wird, bei weiterhin betätigtem Bremsgeber, die Stromstärke I wieder verkleinert und damit eine axiale Andrückkraft des Bremsbelags 3 auf den Bremskörper 1 erzeugt.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Bremsen eines Fahrzeugs mit einer mittels eines Elektromagnets betätigbaren Speicherbremse, dadurch gekennzeichnet, daß eine von der Dicke eines zwischen dem Elektromagnet (8) und einem Bremskörper (1) vorhandenen Luftspalts abhängige Größe ermittelt wird, und daß während des Einleitens einer Bremsung ein den Elektromagnet (8) durchfließender Strom in Abhängigkeit von dieser Größe beeinflusst wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß beim Einleiten einer Bremsung der dem Elektromagnet (8) durchfließende Strom zunächst, ausgehend von einem Ausgangsstromwert (I_1) verringert wird und nach Verstreichen einer Verzögerungszeit (Δt) auf einen Zielstromwert (I_2) erhöht wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Verzögerungszeit (Δt) in Abhängigkeit von der luftspaltabhängigen Größe ermittelt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Zielstromwert (I_2) in Abhängigkeit von der luftspaltabhängigen Größe ermittelt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Verzögerungszeit (Δt) und/oder der Zielstromwert (I_2) so ermittelt werden, daß zum Zeitpunkt der ersten Berührung die Andrückkraft eines Bremsbelags (3) auf den Bremskörper (1) einen definierten Wert annimmt.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Verzögerungszeit (Δt) und/oder der Zielstromwert (I_2) so ermittelt werden, daß zum Zeitpunkt der ersten Berührung die Andrückkraft des Bremsbelags (3) auf den Bremskörper (1) zumindest annähernd gleich null ist.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die von der Dicke des Luftspalts abhängige Größe ermittelt wird, indem ein von der Luftspaltdicke abhängiges elektrisches Signal des Elektromagnets (8) gemessen und weiterverarbeitet wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die von der Dicke des Luftspalts abhängige Größe ermittelt wird, indem eine Spule des Elektromagnets (8) mit einer sich periodisch ändernden Spannung beaufschlagt wird und als Größe für die Luftspaltdicke die Amplitude eines sich periodisch ändernden Anteils der die Spule durchfließenden Stroms ermittelt wird.

9. Anwendung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 8 auf das Bremsen eines Fahrzeugs, dessen Speicherbremse als elektromagnetisch lösbare Federspeicherbremse ausgeführt ist.

10. Anwendung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 8 auf das Bremsen eines Fahrzeugs, dessen Speicherbremse als Scheibenbremse oder Lamellenbremse ausgeführt ist.

11. Vorrichtung zum Bremsen eines Fahrzeugs mit einer mittels eines Elektromagnets betätigbaren Speicherbremse, dadurch gekennzeichnet, daß ein Signalgeber zur Ermittlung einer von der Dicke eines zwischen dem Elektromagnet (8) und einem Bremskörper (6) vorhandenen Luftspalts abhängigen Größe vorgesehen ist, der in Wirkverbindung mit einer den Elektromagnet (8) beaufschlagenden Steuereinheit (15) steht.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinheit (15) eine Recheneinheit (16) und/oder eine Speichereinheit (17) aufweist.

13. Vorrichtung nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß in der Steuereinheit (15) ein von der Luftspaltdicke abhängiger, den Elektromagnet (8) durchfließender Strom erzeugt wird.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

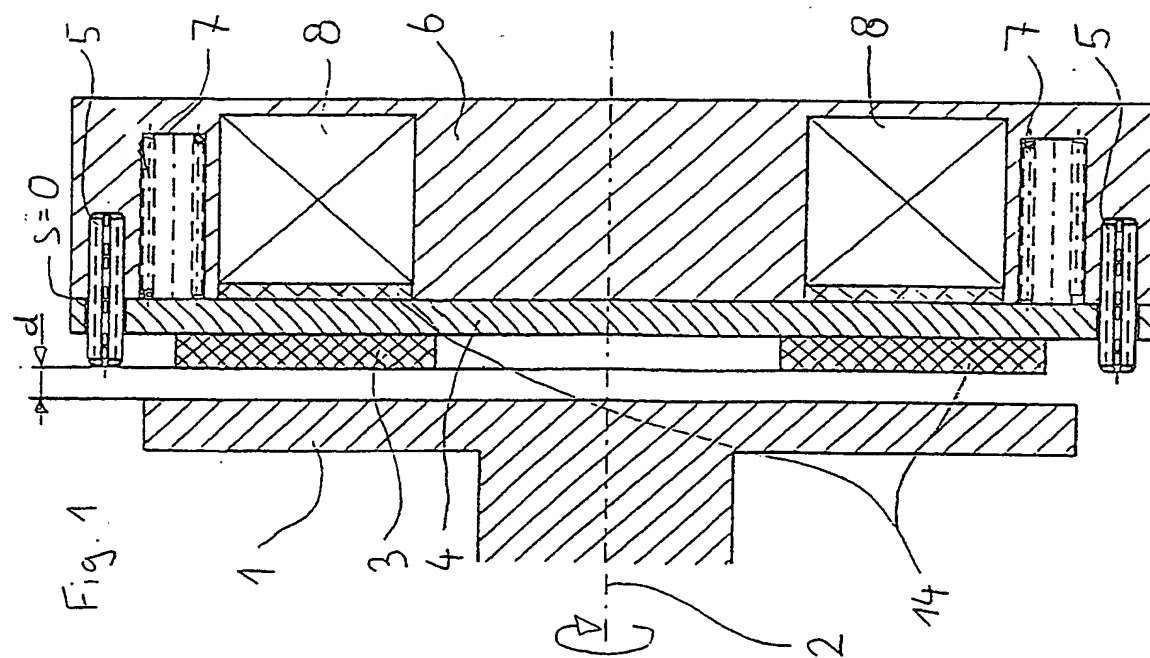
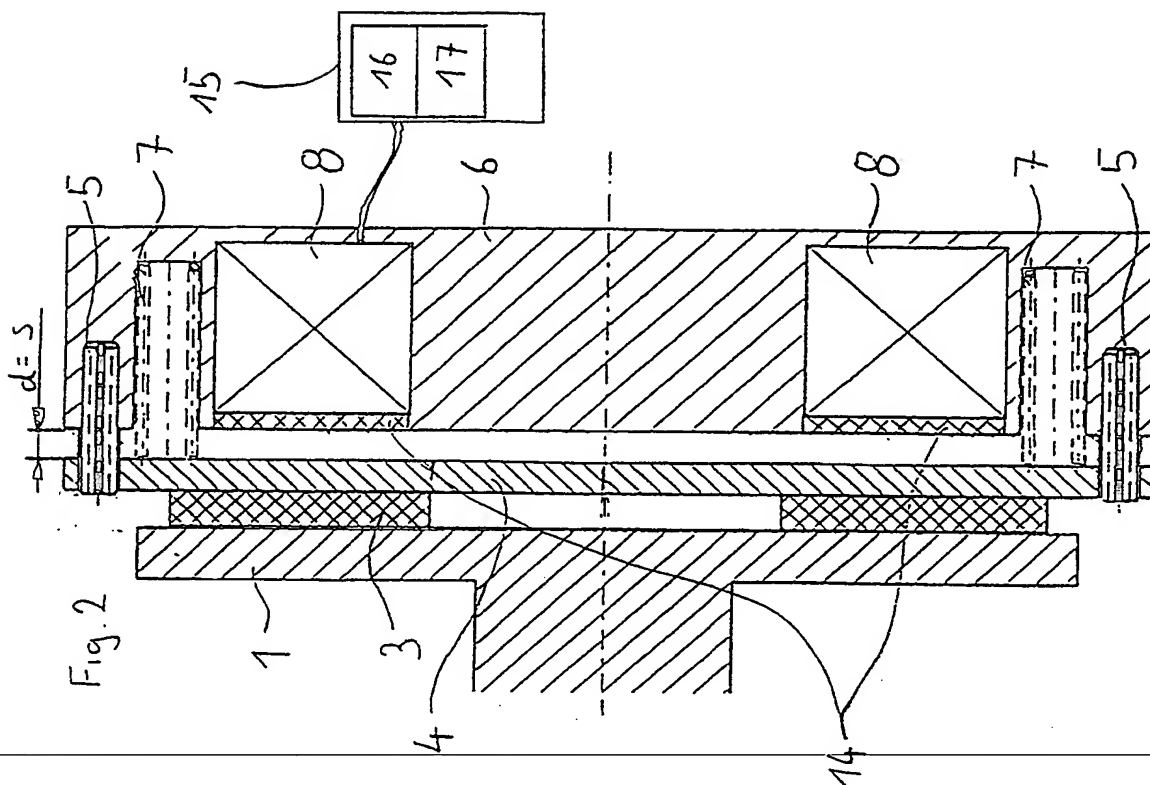


Fig. 3

